

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

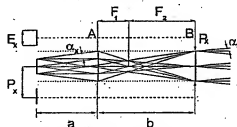
(51) Internationale Patentklassifikation 6: H01S 3/25, G02B 3/00, 27/09	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/57791 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 11. November 1999 (11.11.99)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/02944	(81) Bestimmungsstaaten: IL, JP, RU, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).	
(22) Internationales Anmeldedatum: 30. April 1999 (30.04.99)		
(30) Prioritätsdaten: 198 19 333.5 30. April 1998 (30.04.98)	DE	
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): LIS-SOTSCHENKO, Vitaly (UA/DE); Solbergweg 54, D-44225 Dortmund (DE). HENTZE, Joachim (DE/DE); Im Welandsborn 15, D-33189 Schlangen (DE).	Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.	
(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HAUSCHILD, Dirk (DE/DE); Sartorisstrasse 5, D-44229 Dortmund (DE).		
(74) Anwalt: SCHNEIDERS & BEHRENDT; Postfach 10 23 65, D-44723 Bochum (DE).		

(54) Title: OPTICAL EMITTER ARRAY WITH COLLIMATING OPTICS UNIT

(56) Bezeichnung: OPTISCHES EMITTER-ARRAY MIT KOLLIMATIONSOPTIK

(57) Abstract

The invention relates to an optical emitter array with a collimating optics unit, in which a plurality of extended emitters E are juxtaposed along the x-axis, present a defined divergence α_x , and have centre-to-centre distances F_x greater than the emitter dimension E_x . In this emitter array, the collimating optics unit comprises a cylindrical lens array (A) which is positioned in front of the emitter array and has a plurality of cylindrical lens surfaces which are each assigned to an emitter E and whose cylinder axes are positioned along the y-axis. The aim of the invention is to improve ray quality, especially as regards the parallelism and homogeneity of the ray beam, while reducing the overall length of the array. To this end a first cylindrical lens array (A) with a focal length F_1 is positioned upstream of the emitters E within the superposition range a and a second cylindrical lens array (B) with a focal length F_2 is positioned at a distance $b = F_1 + F_2$ upstream of the first cylindrical lens array (A). Alternatively, the invention provides for a first cylindrical lens array (A) with a focal length F_A to be positioned within the superposition range a in which the ray beams emitted by the emitters E are superposed, at a distance c which is smaller than F_A , upstream of the emitters E, and for a second cylindrical lens array (B) with the same focal length F_A to be positioned in relation to the first cylindrical lens array at the distance of said focal length F_A .



(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein optisches Emittier-Array mit Kollimationsoptik, bei dem eine Mehrzahl von ausgedehnten Emittieren E in x-Richtung nebeneinander angeordnet ist, die in dieser Richtung eine definierte Divergenz α , haben und deren Mittenabstände F_1 größer sind als die Emittiergröße E_n , und bei dem die Kollimationsoptik ein vor dem Emittier-Array angeordnetes Zylinderlinsen-Array (A) aufweist, mit einer Mehrzahl von sammelnden Zylinderlinsenflächen, die jeweils einem Emittier E zugeordnet sind und deren Zylinderachsen in y-Richtung liegen. Um bei einer insgesamt kleineren Bauhöhe eine bessere Strahlqualität zu bekommen, insbesondere im Hinblick auf Parallelität und Homogenität des Strahlbündels, schlägt die Erfindung vor, daß ein erstes Zylinderlinsen-Array A mit der Brennweite F_1 innerhalb des Überlagerungsabstands a vor den Emittieren E angeordnet ist, in dem sich die einzelnen vor den Emittieren E ausgehenden Strahlbündel überlagern, wobei die Brennweite F_1 kleiner ist als der Überlagerungsabstand a, und daß ein zweites Zylinderlinsen-Array B mit der Brennweite F_2 im Abstand $b = F_1 + F_2$ vor dem ersten Zylinderlinsen-Array A angeordnet ist. Alternativ wird erfindungsgemäß vorgesehen, daß ein erstes Zylinderlinsen-Array A mit der Brennweite F_A innerhalb des Überlagerungsabstands a, in dem sich die von den Emittieren E ausgehenden Strahlbündel überlagern, mit Abstand c, der klein ist gegenüber F_A , vor den Emittieren E angeordnet ist, und daß ein zweites Zylinderlinsen-Array B mit derselben Brennweite F_A im Abstand dieser Brennweite F_A zum ersten Zylinderlinsen-Array angeordnet ist.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichten.

AL	Albanien	BS	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	JY	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabon	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Azerbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauritanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Optisches Emitter-Array mit Kollimationsoptik

Die Erfindung betrifft ein optisches Emitter-Array mit Kollimationsoptik, bei
5 dem eine Mehrzahl von ausgedehnten Emittlern in x-Richtung nebeneinander
angeordnet ist, die in dieser Richtung eine definierte Divergenz α_x haben und
deren Mittenabstände P_x größer sind als die Emitttergröße E_x , und bei dem die
Kollimationsoptik ein vor dem Emitter-Array angeordnetes Zylinderlinsen-
Array aufweist, mit einer Mehrzahl von sammelnden Zylinderlinsenflächen,
10 die jeweils einem Emittter zugeordnet sind und deren Zylinderachsen in y-
Richtung liegen.

Derartige Emitter-Arrays mit einer Vielzahl von in x-Richtung langgestreckt-
linienförmigen optischen Quellen der Breite E_x , die in Form einer linearen
Matrix im Mittenabstand P_x längs der x-Achse verlaufen, liegen beispiels-
15 weise bei Hochleistungs-Diodenlaserbarren vor. Die Gesamtbreite dieser
Laserbarren bewegt sich in der Größenordnung von einigen Millimetern. Für
konkrete Anwendungen ist es in der Regel erforderlich, dieses diskontinuier-
liche, aus separaten Linienabschnitten gebildete Strahlprofil einer Strahl-
formung zu unterziehen, wie etwa einer Homogenisierung oder einer geo-
20 metrischen Querschnittstransformation. Der erste Schritt dieser Strahl-
aufbereitung ist in der Regel die Kollimation, deren Ziel eine möglichst weit-
gehende Divergenzreduktion über den gesamten aktiven Strahlquerschnitt ist.

Die Kollimation muß der stark anisotropen Divergenzverteilung von Halbleiter-
lasern Rechnung tragen. Der Divergenzwinkel α_y in y-Richtung ("fast-
25 axis") ist nämlich relativ groß, während der Divergenzwinkel α_x in x-Richtung
("slow-axis") relativ dazu gering ist. Diesem Umstand begegnet man durch

die Verwendung von Zylinderlinsen zur Parallelisierung in den unterschiedlichen Koordinaten. Bei einem Laserbarren mit einer Vielzahl von Emissionszentren erfolgt die fast-axis-Kollimation über eine einzige in x-Richtung liegende Zylinderlinse, die wegen der großen Divergenz möglichst dicht vor dem Emittier-Array fixiert wird. Zur Kollimation in der slow-axis wird ein
5 Zylinderlinsen-Array eingesetzt, bei dem jeweils eine Zylinderlinse, deren Breite dem Mittenabstand P_x der Emittier entspricht, in Strahlrichtung vor dem jeweiligen Emittier angebracht ist.

Eine gute Kollimation in x-Richtung ist grundsätzlich möglich, wenn die
10 Brennweite F des Zylinderlinsen-Arrays möglichst groß zur Emittierbreite E_x ist. Dies führt jedoch zu einer großen Baulänge, die insbesondere bei mikrooptischen Bauelementen nachteilig und deswegen unerwünscht ist. Dieses Vorgehen hat weiterhin den Nachteil, daß die von den Emittieren ausgehenden Strahlbündel sich im Abstand a vor den Emittierflächen in x-Richtung überlagern und damit eine separate Divergenzreduktion für einzelne Emittier nicht
15 mehr möglich ist.

Für eine separate Kollimation der einzelnen Emittier könnte zwar ein Zylinderlinsen-Array innerhalb der Überlagerungsdistanz a positioniert werden. Aus grundsätzlichen Überlegungen ist eine Divergenzreduktion unter der
20 Annahme kleiner Divergenz in der slow-axis nur dann möglich, wenn für das Verhältnis von Emittiergröße und Mittenabstand $E_x/P_x < 0,5$ gilt. Bei Hochleistungs-Diodenlaser-Barren ist jedoch meist $E_x/P_x \geq 0,5$, so daß eine separate Kollimation mit einem einzigen Zylinderlinsen-Array grundsätzlich unmöglich ist.

25 Ein weiteres Problem ist, daß der Strahlquerschnitt nach wie vor eine diskontinuierliche Energieverteilung hat, also die hohe Brightness des Emittier-Arrays wegen der großen Inhomogenität nur bedingt nutzbar ist.

Aus der vorangehend erläuterten Problematik ergibt sich die Aufgabenstellung der Erfindung, ein optisches Emittier-Array, insbesondere einen Laserbarren, mit einer Kollimationsoptik zur Verfügung zu stellen, welches bei
30

einer kleineren Baulänge eine bessere Strahlqualität liefert, insbesondere im Hinblick auf Parallelität und Homogenität des Strahlbündels.

Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die Erfindung vor, daß ein erstes Zylinderlinsen-Array mit der Brennweite F_1 innerhalb des Überlagerungsabstands a vor den Emittlern angeordnet ist, in dem sich die einzelnen von den Emittlern ausgehenden Strahlbündel überlagern, wobei die Brennweite F_1 kleiner ist als der Überlagerungsabstand a , und daß ein zweites Zylinderlinsen-Array mit der Brennweite F_2 in Teleskopanordnung im Abstand $b = F_1 + F_2$ vor dem ersten Zylinderlinsen-Array angeordnet ist.

- 10 Erfindungsgemäß bilden das erste und das zweite Zylinderlinsen-Array ein optisches Teleskop, wobei dessen Okularseite dem Emittler zugewandt ist. Da sich das dort befindliche erste Zylinderlinsen-Array maximal im Überlagerungsabstand a befindet, ergibt sich insgesamt eine sehr kurze Baulänge.

- 15 Dadurch, daß der Eingang der Kollimationsoptik sich im Überlagerungsabstand a befindet, ist eine separate Kollimation jedes einzelnen Emitters möglich. Der besondere Vorteil der Erfindung liegt darin, daß dennoch eine effektive Divergenzreduktion erfolgt, auch wenn $E_x/P_x \geq 0,5$ ist.

- Dieser Vorteil der erfindungsgemäßen Kollimator-Teleskopanordnung beruht darauf, daß durch das erste Zylinderlinsen-Array zunächst eine virtuelle Vergrößerung des Emitters der Breite E_x in einer Abbildungsebene auf die Breite des Mittenabstands P_x erfolgt. Dies entspricht der effektiven Quellgröße für das zweite Zylinderlinsen-Array. Durch das konstante Strahlparameter-Produkt gemäß der Lagrange-Invariante (Apertur \times sinus (Divergenz) = konstant) erfolgt eine Divergenzreduktion um den Vergrößerungsfaktor M der Teleskopanordnung. Die Näherung gilt für kleine Winkel, was bei der geringen Divergenz in dem slow-axis allerdings kein Problem ist.
- 20
25

- Ein weiterer wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Kollimationsoptik liegt darin, daß durch die Quellenvergrößerung auf den Mittenabstand P_x ein in x-Richtung kontinuierlich-linienförmiger Strahlquerschnitt erzeugt wird. Für ein gegebenes Emittler-Array ergibt sich somit eine hohe Brightness. Als Ein-
- 30

gangsstrahl für anschließende Strahltransformationsvorrichtungen ist die homogene Intensitätsverteilung besonders vorteilhaft.

Bei dieser Ausführung der Erfindung gilt für den Überlagerungsabstand a:

$$a \leq \frac{(P_x - E_x)}{2 \tan(\alpha_x)}$$

- 5 In dieser Formel ist α_x die Divergenz in x-Richtung. Für die Brennweite F_1 des ersten Zylinderlinsen-Arrays wird folgender Wert eingesetzt:

$$F_1 = \frac{a}{\frac{E_x}{P_x} + 1}$$

Davon ausgehend berechnet sich die Brennweite F_2 des zweiten Zylinderlinsen-Arrays zu:

10
$$F_2 = F_1 \frac{P_x}{E_x}$$

In den vorbeschriebenen Formeln wird erstmals ein Zylinderlinsen-Kollimator mit zwei aufeinanderfolgenden Zylinderlinsen-Arrays angegeben, die zusammen ein abbildendes Teleskop bilden.

- Die Kollimationseffizienz der vorgenannten erfindungsgemäßen Ausführungsform mit einer abbildenden Teleskopanordnung läßt sich
 15 alternativ durch eine Teleskopanordnung mit Fourier-Transformation und Feldlinse realisieren, bei der vor den Emittern E im Abstand z_1 , der kleiner ist als der Überlagerungsabstand a, in dem sich die einzelnen von den Emittern E ausgehenden Strahlen überlagern, ein erstes Zylinderlinsen-
 20 Array A angeordnet ist und im Abstand T vor dem Zylinderlinsen-Array A ein zweites Zylinderlinsen-Array B, wobei die Zylinderlinsen der Arrays A und B

jeweils zusammen eine Bikonvex-Linse mit resultierender Brennweite $F_r = F_A$ und Hauptebenenabstand $T = F_A$ bilden.

- Für die Kollimation gilt bezüglich des Abstands zum ersten Zylinderlinsen-Array A dieselbe Bedingung wie bereits bei der abbildenden
- 5 Teleskopanordnung, nämlich daß sich die von benachbarten Emittlern E ausgehenden Strahlbündel nicht überlagern dürfen.

- Im Unterschied zur ersten Variante der Erfindung erfolgt durch das erste Zylinderlinsen-Array A jedoch keine Abbildung, sondern eine Fourier-Transformation. Das zweite Zylinderlinsen-Array B hat in dieser Anordnung
- 10 die Funktion einer Feldlinse

- Diese Ausführungsform geht davon aus, daß die maximale Brennweite F_A theoretisch nur dann erreicht werden kann, wenn $E_x = 0$ ist. Tatsächlich sind die Emittler E jedoch als ausgedehnte Quellen zu betrachten, daß gelten muß:
- 15 $0 < Z_1 < F_A$, um die Bedingung zu erfüllen, daß sich von benachbarten Emittlern ausgehende Strahlen vor der Kollimationsoptik nicht überlagern. Gemäß der vorliegenden Ausführung der Erfindung wird dies dadurch erreicht, daß die Kollimation insgesamt über eine Bikonvex-Linse mit der resultierenden Brennweite F_r erfolgt, deren Hauptebenenabstand $T = F_A/n$ ist (mit $n=1$ für Luft). In dieser Konfiguration dient die zweite Linse B als
- 20 Feldlinse.

Aus der Beziehung für zwei dünne Linsen mit den Brennweiten F_A und F_B gilt für die resultierende Brennweite F_r des Kollimationssystems:

$$F_r = \frac{(F_A F_B)}{F_A + F_B - \frac{T}{n}}, \text{ mit } T/n = F_A \text{ folgt: } F_r = F_A$$

- 25 Außerdem gilt mit $T/n = F_A$:

$$z_1 = F_A \left[1 - \frac{F_A}{F_B} \right] \quad \text{bzw.} \quad \frac{1}{F_B} = \frac{1}{F_A} - \frac{z_1}{F_A^2}$$

Mit der resultierenden Brennweite F_1 erhält man dabei für den Abstand zwischen dem Emittter E und dem ersten Zylinderlinsenarray A einen flexibel wählbaren Abstand z_1 . Dieser wird durch die Brennweite F_B des zweiten Arrays B, welches als Feldlinse dient, gemäß dem vorangehenden Zusammenhang kompensiert.

Bei der zuletzt genannten Bikonvex-Linsenordnung ist die erste Linsenfläche, welche durch das erste Zylinderlinsen-Array A gebildet wird, für die Fourier-Transformation der Strahlbündel zuständig. Die zweite Linsenfläche, welche durch das zweite Zylinderlinsen-Array B gebildet wird, trägt als Feldlinse zu einer Verringerung des Abstrahlwinkels der Strahlbündel bei.

Unter bestimmten Bedingungen, wenn bei den Emittter-Arrays die einzelnen Emittter E in x-Richtung sehr klein sind, ist es im Zusammenhang mit der Übertragung einer möglichen guten Brightness zweckmäßig, zunächst die Divergenz in der fast-axis, d. h. in y-Richtung zu reduzieren und anschließend die slow-axis zu kollimieren. Dies läßt sich erfindungsgemäß dadurch erreichen, daß zwischen den Emitttern E und dem Zylinderlinsen-Array A eine Zylinderlinsenfläche C angeordnet ist, deren Zylinderachse in x-Richtung liegt, d. h. parallel zur Längsachse der Emittter E. Dadurch, daß das erste Zylinderlinsen-Array A und die dritte Zylinderlinsenfläche C zu einem monolithischen Baustein zusammengefaßt sind, ergibt sich eine vorteilhaft geringe Zahl von Linsenoberflächen.

Zur Beseitigung der Restdivergenz in y-Richtung, d. h. in der fast-axis, kann zwischen dem ersten Zylinderlinsen-Array A und dem zweiten Zylinderlinsen-Array B eine vierte Zylinderlinsenfläche angeordnet sein, deren Zylinderachse in x-Richtung liegt. Daraus ergeben sich dieselben Vorteile, wie vorangehend bereits bei den Zylinderlinsen-Arrays A und der Zylinderlinse C angegeben. Zweckmäßigerweise sind auch das zweite Zylinderlinsen-Array B und die

vierte Zylinderlinsenfläche D zu einem monolithischen Baustein zusammengefaßt.

Ausgehend von derselben zugrundeliegenden Problematik gibt die Erfindung eine alternative Ausführungsform an, welche ebenfalls zwei aufeinander-
5 folgende Zylinderlinsen-Arrays zur slow-axis-Kollimation aufweist, die optisch jedoch abweichend geschaltet sind. Im einzelnen wird hierbei vorgesehen, daß das erste Zylinderlinsen-Array mit der Brennweite F_A im Abstand c, der klein ist gegenüber F_A , vor den Emittlern angeordnet ist, und daß ein zweites Zylinderlinsen-Array mit derselben Brennweite F_A im
10 Abstand dieser Brennweite F_A zum ersten Zylinderlinsen-Array angeordnet ist.

Bei dieser Ausführung der Erfindung handelt es sich um eine Fourier-Anordnung, bei der keine Abbildung wie beim konventionellen Teleskop erfolgt. Dabei wird in einer Zwischenebene durch das erste Zylinderlinsen-Array eine
15 Quelle für das zweite Zylinderlinsen-Array erzeugt, deren Größe aufgrund der Fourier-Transformation abhängig ist von der Divergenz der ursprünglichen Quelle, das heißt den Emittlern des Laserbarrens.

Diese Anordnung, die man als Zylinderlinsen-Fourier-Teleskop bezeichnen kann, ist hinsichtlich der Kollimation ebenso effektiv wie die erstgenannte
20 klassische Teleskopanordnung. Darüber hinaus ergeben sich besondere Vorteile bei kleinen Emitttergrößen E_x und geringen Abständen P_x . Hierbei ist nämlich die Überlagerungsdistanz a mitunter so klein, daß die Überlagerung in der slow-axis bereits in der üblicherweise vorgeschalteten Kollimations-Zylinderlinse für die fast-axis erfolgt. Grundsätzlich wäre dieses Problem
25 zwar durch eine Verkleinerung der fast-axis-Kollimationslinse lösbar. Durch die Verkleinerung der Apertur sowie der Brennweite würde dabei jedoch die Divergenz des kollimierten Strahlbündels in Richtung der fast-axis (y-Richtung) zunehmen. Hier bietet die Fourier-Teleskop-Anordnung die vorteilhafte Möglichkeit, mit dem ersten erfindungsgemäßen slow-axis-Zylinderlinsen-
30 Array durch Verkleinerung des Abstands c sehr dicht, theoretisch bis zum Abstand 0, an die Emittler heranzurücken, ohne eine Verschlechterung der Kollimationswirkung in Kauf nehmen zu müssen. Dadurch ergibt sich zum

einen ein äußerst kompakter Aufbau. Zum anderen bleibt dennoch die Möglichkeit erhalten, durch eine entsprechende Positionierung einer y-Zylinderlinse eine gute Kollimation in dieser Richtung zu erhalten.

Für die Brennweite F_A wird beim Zylinderlinsen-Fourier-Teleskop eingesetzt:

$$F_A = \frac{P_x}{2 \tan \alpha_x}$$

Bevorzugt werden die Zylinderlinsen-Arrays einstückig ausgebildet. Dies bezieht sich sowohl auf die Teleskop- als auch die Fourier-Anordnung. Im einzelnen können das erste und das zweite Zylinderlinsen-Array jeweils für sich einstückig ausgebildet sein. Darüber hinaus ist es denkbar, die optisch aktiven Zylinderlinsenflächen des ersten und zweiten Zylinderlinsen-Arrays an einem monolithischen optischen Baustein anzubringen.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, daß als fast-axis-Kollimator eine Zylinderlinse vor dem Emitter-Array angeordnet ist, deren Zylinderachse in y-Richtung liegt. Dieser fast-axis-Kollimator kann gleichfalls als Array ausgebildet sein und gegebenenfalls wiederum einstückig mit dem ersten und/oder zweiten Zylinderlinsen-Array ausgebildet sein. In diesem Zusammenhang sieht eine vorteilhafte Ausführungsform beispielsweise vor, daß ein erstes monolithisches optisches Element auf seiner den Emittlern zugewandten Seite die Zylinderlinsenflächen des ersten Zylinderlinsen-Arrays zur x-Kollimation aufweist und auf seiner anderen Seite eine in y-Richtung durchgehenden Zylinderlinsenfläche zur Kollimation in dieser Richtung hat. Im Brennweitenabstand F_A kann dann ein zweites erfindungsgemäßes x-Zylinderlinsen-Array positioniert werden. Damit ergibt sich eine extrem kompakte Bauweise für eine x-y-Kollimationsoptik, wobei die x-Divergenzreduktion über eine erfindungsgemäße Fourier-Teleskop-Anordnung erfolgt.

Vorzugsweise sind die Zylinderlinsen asphärisch ausgebildet. Die Abbildungsqualität in der Zwischenebene wird dadurch verbessert, daß die Divergenz der Leistung signifikant verringert wird. Die Breite des Strahlbündels überschreitet dabei nicht die maximale Apertur P_x .

Durch die erfindungsgemäß angegebenen Vorrichtungen gelingt die Umsetzung des erfindungsgemäß zugrundeliegenden neuartigen Kollimationsverfahrens zur Verwendung bei Emmitter-Arrays, hier bevorzugt Hochleistungs-Diodenlaserbarren, bei denen E_x/P_x häufig größer oder gleich 0,5 ist. Dieses Verfahren sieht vor, daß mittels eines ersten Zylinderlinsen-Arrays das Strahlbündel der Breite E_x jedes einzelnen Emitters auf den Mittenabstand P_x aufgeweitet wird, wodurch eine virtuelle Quelle der Breite P_x in einer Zwischenebene eines zweiten Zylinderlinsen-Arrays generiert wird. Der besondere Vorteil dieses erfindungsgemäßen Verfahrens liegt darin, daß für jeden einzelnen Emmitter eine separate Kollimation vorgenommen wird. Hierzu werden vor den Emittlern innerhalb des Überlagerungsabstands, in dem sich die Strahlbündel aufgrund ihrer Divergenz zu überlagern beginnen, Kollimationsanordnungen eingesetzt, wie sie beispielsweise vorangehend angegeben sind. Alternativ sind dabei das erste und das zweite Zylinderlinsen-Array in Teleskopkonfiguration, das heißt im Abstand $b = F_1 + F_2$, das ist die Summe ihrer Brennweiten, angeordnet, oder in Fourier-Konfiguration, wobei sich die beiden Zylinderlinsen-Arrays mit gleichen Brennweiten F_A im Brennweitenabstand F_A befinden.

Das erfindungsgemäße Verfahren überwindet die Beschränkungen, die sich aus der bisher üblichen Verwendung einzelner Zylinderlinsen-Arrays für jede Divergenzrichtung prinzipiell ergeben.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 den Strahlengang eines Emmitter-Arrays mit einer erfindungsgemäßen Kollimationsoptik in einer ersten Ausführungsform;

Figur 2 den Strahlengang eines Emmitter-Arrays mit einer erfindungsgemäßen Kollimationsoptik in einer zweiten Ausführungsform;

- Figur 3 eine perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäß ausgestalteten Kollimationsoptik zur slow-axis-Kollimation;
- 5 Figur 3a eine Kollimationsoptik wie in Figur 3 in einer weiteren Ausführungsform;
- 10 Figur 4 eine perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäß ausgestalteten Kollimationsoptik zur fast- und slow-axis Kollimation;
- 15 Figur 5 eine perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäß ausgestalteten Kollimationsoptik zur fast- und slow-axis Kollimation in einer zweiten Ausführungsform;
- 20 Figur 6 den Strahlengang eines Emitter-Arrays mit einer erfindungsgemäßen Kollimationsoptik in einer dritten Ausführungsform;
- 25 Figur 7 a/b schematisch den Strahlengang eines Emitter-Arrays mit einer erfindungsgemäßen Kollimationsoptik in einer vierten Ausführungsform.

In Figur 1 ist eine Ansicht in Richtung der y-Achse auf ein Emitter-Array mit einer Vielzahl von in x-Richtung langgestreckten, linienförmigen Emissionsflächen E dargestellt, welche die Breite E_x und einen Mittenabstand P_x haben. Dies ist die typische Situation bei einem Diodenlaserbarren, wobei häufig $E_x/P_x \geq 0,5$ ist.

Die Divergenz in x-Richtung, also in der slow-axis, ist mit α_x bezeichnet. Aufgrund dieser Divergenz beginnen sich die Strahlbündel im Überlagerungsabstand a bei unhinderter Ausbreitung zu überlagern.

Im Abstand a ist ein erstes Zylinderlinsen-Array A angebracht, dessen
5 parallel angeordnete Zylinderlinsenflächen in y-Richtung liegen und eine Breite P_x haben. Die Brennweite des Arrays A beträgt F_1 .

Ein zweites Zylinderlinsen-Array B mit der Brennweite F_2 ist im Abstand $b = F_1 + F_2$ vom ersten Zylinderlinsen-Array A angeordnet, wobei es sich um eine Abbildungsebene von A bezüglich der Emittent E handelt. Mithin liegt
10 eine klassische Teleskopanordnung vor.

Das kollimierte Ausgangsstrahlbündel hat eine reduzierte Divergenz α'_x .

Figur 2 zeigt eine erfindungsgemäße Fourier-Teleskop-Anordnung, wobei das erste Zylinderlinsen-Array A mit der Brennweite F_A dicht vor den Emittenten angeordnet ist, das heißt der Abstand c klein ist zum Überlagerungsabstand a und zur Brennweite F_A .
15

Das zweite Zylinderlinsen-Array B mit derselben Brennweite $F_B = F_A$ ist in diesem Abstand vom ersten Zylinderlinsen-Array A positioniert, wodurch eine Fourier-Anordnung realisiert ist. Das Zylinderlinsen-Array B befindet sich nämlich in einer Zwischenebene des Teleskops.

Bei dieser Anordnung findet ebenfalls eine Divergenzreduktion von α_x auf α'_x statt.
20

Figur 3 zeigt in perspektivischer Darstellung die erfindungsgemäße Anordnung von zwei Zylinderlinsen-Arrays A und B gemäß Figur 1 oder Figur 2. Damit ist die Kollimation in der fast-axis (x-Richtung) durchführbar.

Die in Figur 3a dargestellte Ausführungsform unterscheidet sich von der Kollimatoreinrichtung gemäß Figur 3 dadurch, daß die beiden Zylinderlinsen-
25

Arrays A und B in einem monolithischen Block A/B zusammengefaßt sind. Damit fallen in vorteilhafter Weise zwei optische Grenzflächen weg, welche bei einer separaten Ausgestaltung vorhanden sind.

5 In Figur 4 ist eine vollständige fast- und slow-axis-Kollimationseinrichtung dargestellt. Vor dem ersten Zylinderlinsen-Array A ist dabei zur fast-axis-Kollimation eine Zylinderlinse C angebracht, deren Achse in y-Richtung liegt. Die beiden Zylinderlinsen-Arrays A und B sowie die Zylinderlinse C sind jeweils monolithisch ausgebildet und sind vorzugsweise asphärisch geformt.

10 Figur 5 zeigt eine perspektivische Darstellung einer Kollimatoroptik in einer zweiten Ausführungsform. Man erkennt, wie die Zylinderlinsen-Arrays A und B jeweils monolithisch ausgebildet sind. Auf der Rückseite des Zylinderlinsen-Arrays A ist die Zylinderlinsenfläche C zur fast-axis-Kollimation (y-Richtung) einstückig angeformt.

15 Andere Ausführungsformen können vorsehen, die Zylinderlinsen-Array A und B an einem optischen Monolith-Baustein anzuformen und zur fast-axis-Kollimation eine separate Zylinderlinse bzw. ein Zylinderlinsen-Array vorzusehen.

Die Funktionsweise ist weiter oben bereits dargelegt worden.

20 In Figur 6 ist der Strahlengang einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung dargestellt, bei der die Arrays A und B ein Bikonvex-Linsensystem bilden. Das Array A bildet dabei den Fourier-Transformator, während das Array B die Feldlinse darstellt. Der Abstand der beiden Arrays A und B entspricht dem Hauptebenenabstand T der Bikonvex-Linsenanordnung, wobei $T = nF_A$ mit $n=1$ für Luft. Für die resultierende Brennweite F_r der Bikonvex-Linsenanordnung gilt: $F_r = F_A$. Mit dem flexibel vorgebbaren Abstand z, zwischen den Emittenten E und dem Array A ergibt sich für die Brennweite F_g der Zusammenhang:

13

$$\frac{1}{F_s} = \frac{1}{F_A} - \frac{z_1}{F_A^2}$$

- Figur 7 zeigt eine schematische Darstellung einer vollständigen erfindungs-
gemäßen Kollimationseinrichtung für die x-Richtung (slow-axis) und die y-
Richtung (fast-axis). Figur 7a stellt die Kollimation der fast-axis (y-Richtung),
5 Figur 7b die Kollimation der slow-axis (x-Richtung) dar. Besonders bei
kleinen Emittoren E und geringen Abständen P_x kann eine Überlagerung der
Emitterstrahlung in Richtung der slow-axis bereits in der Optik für die
Kollimation der fast-axis erfolgen. Bei der dargestellten Ausführung wird
dieses Problem dadurch gelöst, daß zunächst mit der Zylinderlinse C die
10 Divergenz in Richtung der fast-axis reduziert wird und im zweiten Schritt die
slow-axis-Divergenz mit der in Figur 6 beschriebenen Linsenkombination A B
kollimiert wird. Im nächsten Schritt wird die Restdivergenz der fast-axis mit
einer weiteren Zylinderlinse D reduziert. Diese Anordnung hat den
besonderen Vorteil, daß durch die bereits kollimierte slow-axis die fast-axis-
15 Divergenz bestmöglich reduziert werden kann. Dies wäre ohne eine vorherige
slow-axis-Kollimation nicht möglich.

- Durch die Zusammenfassung des Arrays A und der Zylinderlinse C bzw. des
Arrays B und der Zylinderlinse D zu monolithischen Bausteinen werden
maximal vier Linsenoberflächen für die bestmögliche Kollimation der linearen
20 Emitter-Matrix E benötigt. Dies ist natürlich im Hinblick auf Verluste
besonders vorteilhaft.

Patentansprüche

1. Optisches Emittter-Array mit Kollimationsoptik, bei dem eine Mehrzahl von ausgedehnten Emitttern in x-Richtung nebeneinander angeordnet ist, die in dieser Richtung eine definierte Divergenz α_x haben und deren Mittenabstände P_x größer sind als die Emitttergröße E_x , und bei dem die Kollimationsoptik ein vor dem Emittter-Array angeordnetes Zylinderlinsen-Array aufweist, mit einer Mehrzahl von sammelnden Zylinderlinsenflächen, die jeweils einem Emittter zugeordnet sind und deren Zylinderachsen in y-Richtung liegen, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß ein erstes Zylinderlinsen-Array mit der Brennweite F_1 innerhalb des Überlagerungsabstands a vor den Emitttern E angeordnet ist, in dem sich die einzelnen vor den Emitttern E ausgehenden Strahlbündel überlagern, wobei die Brennweite F_1 kleiner ist als der Überlagerungsabstand a , und daß ein zweites Zylinderlinsen-Array B mit der Brennweite F_2 im Abstand $b = F_1 + F_2$ vor dem ersten Zylinderlinsen-Array angeordnet ist.

2. Optisches Emittter-Array mit Kollimationsoptik, bei dem eine Mehrzahl von ausgedehnten Emitttern in x-Richtung nebeneinander angeordnet ist, die in dieser Richtung eine definierte Divergenz α_x haben und deren Mittenabstände P_x größer sind als die Emitttergröße E_x , und bei dem die Kollimationsoptik ein vor dem Emittter-Array angeordnetes Zylinderlinsen-Array aufweist, mit einer Mehrzahl von sammelnden Zylinderlinsenflächen, die jeweils einem Emittter zugeordnet sind und deren Zylinderachsen in y-Richtung liegen, dadurch gekennzeichnet, daß ein erstes Zylinderlinsen-Array A mit der Brennweite F_A innerhalb des Überlagerungsabstands a , in dem sich die von den Emitttern E ausgehenden Strahlbündel überlagern, mit Abstand c ,

der klein ist gegenüber F_A , vor den Emittern E angeordnet ist, und daß ein zweites Zylinderlinsen-Array mit derselben Brennweite F_A im Abstand dieser Brennweite F_A zum ersten Zylinderlinsen-Array angeordnet ist.

3. Emitter-Array nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
5 für den Überlagerungsabstand a gilt:

$$a \leq \frac{(P_x - E_x)}{2 \tan(\alpha_x)}$$

4. Emitter-Array nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
für die Brennweite F_1 gilt:

$$F_1 = \frac{a}{\frac{E_x}{P_x} + 1}$$

- 10 5. Emitter-Array nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß
für die Brennweite F_A gilt:

$$F_A = \frac{P_x}{2 \tan \alpha_x}$$

6. Emitter-Array nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
net, daß die Zylinderlinsen-Arrays (A, B) einstückig ausgebildet sind.

- 15 7. Emitter-Array nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
net, daß als fast-axis-Kollimator eine Zylinderlinse (C) vor dem Emitter-Array
angeordnet ist, deren Zylinderachse in y-Richtung liegt.

8. Emitter-Array nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß
der fast-axis-Kollimator (C) einstückig mit dem ersten und/oder zweiten
20 Zylinderlinsen-Array (A, B) ausgebildet ist.

9. Emitter-Array nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Zylinderlinsenflächen (A,B,C) asphärisch ausgebildet sind.

10. Emitter-Array nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß es einen in x-Richtung liegenden Diodenlaserbarren aufweist.

11. Verfahren zur Kollimation der Strahlung eines Emitter-Arrays, bei dem eine Mehrzahl von ausgedehnten Emitttern in x-Richtung nebeneinander angeordnet ist, die in dieser Richtung eine definierte Divergenz α_x haben und deren Mittenabstände P_x größer sind als die Emittergröße E_x , gekennzeichnet dadurch, daß mittels eines ersten Zylinderlinsen-Arrays das Strahlbündel der Breite E_x jedes einzelnen Emitters auf den Mittenabstand P_x aufgeweitet wird, wodurch eine virtuelle Quelle der Breite P_x in einer Zwischenebene eines zweiten Zylinderlinsen-Arrays generiert wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das erste und das zweite Zylinderlinsen-Array in Teleskopkonfiguration im Abstand der Summe ihrer Brennweiten angeordnet sind.

13. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das erste und das zweite Zylinderlinsen-Array in Fourier-Konfiguration im Brennweitenabstand angeordnet sind.

14. Optisches Emitter-Array mit Kollimationsoptik, bei dem eine Mehrzahl von ausgedehnten Emitttern in x-Richtung nebeneinander angeordnet ist, die in dieser Richtung eine definierte Divergenz α_x haben und deren Mittenabstände P_x größer sind als die Emittergröße E_x , und bei dem die Kollimationsoptik ein vor dem Emitter-Array angeordnetes Zylinderlinsen-Array aufweist, mit einer Mehrzahl von sammelnden Zylinderlinsenflächen, die jeweils einem Emitter zugeordnet sind und deren Zylinderachsen in y-Richtung liegen, dadurch gekennzeichnet, daß vor den Emitttern E im Abstand z_1 , der kleiner ist als der Überlagerungsabstand a , in dem sich die einzelnen von den Emitttern E ausgehenden Strahlbündel überlagern, ein erstes Zylinderlinsen-Array A angeordnet ist, und im Abstand T vor dem Zylinderlinsen-Array

A ein zweites Zylinderlinsen-Array B, wobei die Zylinderlinsen der Arrays A und B zusammen eine Bikonvex-Linsenordnung mit resultierender Brennweite $F_T = F_A$ und Hauptebenenabstand $T = F_A$ bilden.

15. Emitter-Array nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß
5 für F_A, F_B und z_1 gilt:

$$\frac{1}{F_B} = \frac{1}{F_A} - \frac{z_1}{F_A^2}$$

16. Emitter-Array nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Emittlern E und dem Zylinderlinsen-Array A eine Zylinderlinsenfläche C angeordnet ist, deren Zylinderachse in x-Richtung liegt.

- 10 17. Emitter-Array nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Zylinderlinsen-Array A und die Zylinderlinsenfläche C zu einem monolithischen Baustein zusammengefaßt sind.

18. Emitter-Array nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Zylinderlinsen-Array A und dem Zylinderlinsen-Array B eine
15 Zylinderlinsenfläche D angeordnet ist, deren Zylinderachse in x-Richtung liegt.

19. Emitter-Array nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Zylinderlinsen-Array B und die Zylinderlinsenfläche D zu einem monolithischen Baustein zusammengefaßt sind.

- 20 20. Emitter-Array nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zylinderlinsen-Arrays A und B an einem monolithischen Baustein angeordnet sind.

Fig.1

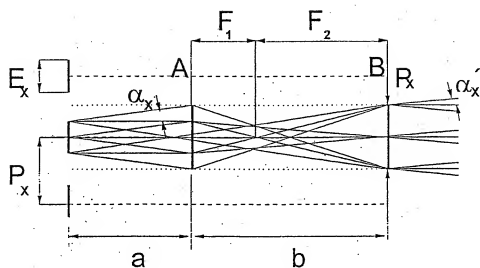


Fig.2

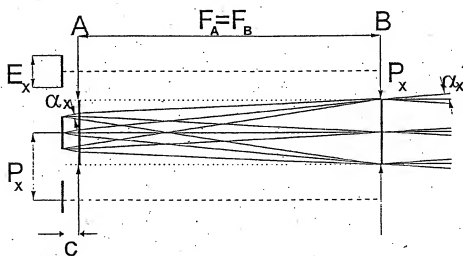


Fig.3

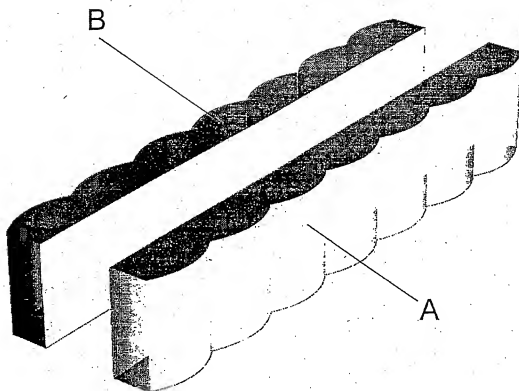


Fig.3a

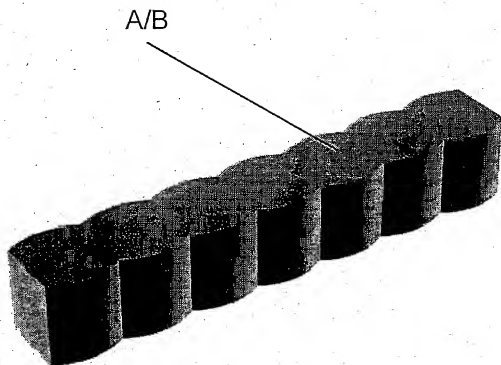


Fig.4

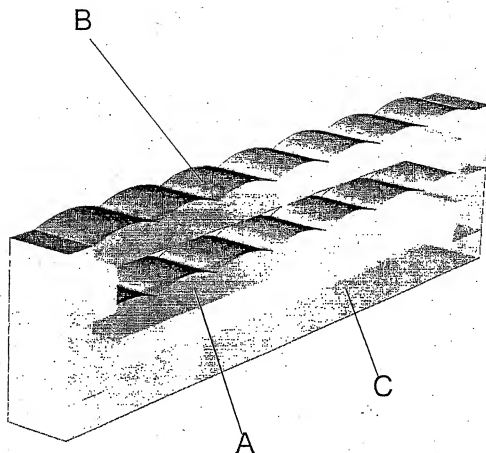


Fig.5

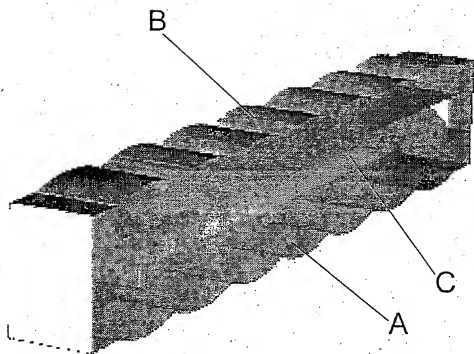


Fig.6

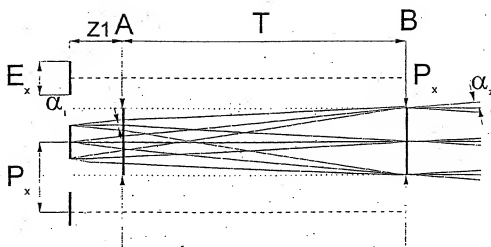
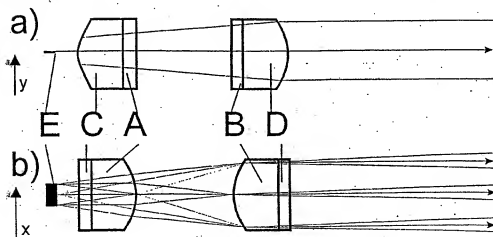


Fig.7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PC/EP 99/02944

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 H01S3/25 G02B3/00 G02B27/09

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 H01S G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 694 408 A (EASTMAN KODAK CO) 31 January 1996 (1996-01-31)	1, 3, 4, 10-12
A	page 3, line 29-48 page 4, line 19-24; figures 1, 2A	2, 6-9, 13, 14, 20
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. - 29 August 1997 (1997-08-29) 8 UP 09 096760 A (MITSUI PETROCHEM IND LTD), 8 April 1997 (1997-04-08) abstract	1, 6-10, 20

-/-

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance, the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance, the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 September 1999

Date of mailing of the international search report

06/10/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2200 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Claessen, L

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/EP 99/02944

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 068 (P-344), 28 March 1985 (1985-03-28) & JP 59 201016 A (MATSUSHITA DENKI SANGYO KK), 14 November 1984 (1984-11-14) abstract	1, 11
A	EP 0 663 606 A (FUJI PHOTO FILM CO LTD) 19 July 1995 (1995-07-19) figure 1	2, 11, 14
A	US 5 414 559 A (BURGHARDT BERTHOLD ET AL) 9 May 1995 (1995-05-09) figure 1	1, 11
A	US 4 428 647 A (SPRAGUE ROBERT A ET AL) 31 January 1984 (1984-01-31) figures 1, 2	2, 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PC1/EP 99/02944

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0694408 A	31-01-1996	US 5619245 A DE 69504782 D DE 69504782 T JP 8062531 A	08-04-1997 22-10-1998 15-04-1999 08-03-1996
JP 09096760 A	08-04-1997	NONE	
JP 59201016 A	14-11-1984	NONE	
EP 0663606 A	19-07-1995	JP 8076152 A US 5600666 A	22-03-1996 04-02-1997
US 5414559 A	09-05-1995	DE 4220705 A	05-01-1994
US 4428647 A	31-01-1984	JP 1872467 C JP 5081884 B JP 59097117 A	26-09-1994 16-11-1993 04-06-1984

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/02944

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSBEZUGENDES

IPK 6 H01S3/25 G02B3/00 G02B27/09

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 H01S G02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 694 408 A (EASTMAN KODAK CO) 31. Januar 1996 (1996-01-31)	1,3,4, 10-12
A	Seite 3, Zeile 29-48 Seite 4, Zeile 19-24; Abbildungen 1, 2A	2,6-9, 13,14,20
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. - , 29. August 1997 (1997-08-29) & JP 09 096760 A (MITSUI PETROCHEM IND LTD), 8. April 1997 (1997-04-08) Zusammenfassung	1,6-10, 20

-/-



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die gewöhnlich einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"K" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindungsfähiger Fähigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindungsfähiger Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"A" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

29. September 1999

Abschließdatum des internationalen Recherchenberichts

06/10/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5618 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel: (+31-70) 340-3040, Tx: 31 851 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3018

Bevollmächtigter Beauftragter

Claessen, L

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inte. Jonales Aktenzeichen

PCT/EP 99/02944

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beiz. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 068 (P-344), 28. März 1985 (1985-03-28) & JP 59 201016 A (MATSUSHITA DENKI SANGYO KK), 14. November 1984 (1984-11-14) Zusammenfassung -----	1,11
A	EP 0 663 606 A (FUJI PHOTO FILM CO LTD) 19. Juli 1995 (1995-07-19) Abbildung 1 -----	2,11,14
A	US 5 414 559 A (BURGHARDT BERTHOLD ET AL) 9. Mai 1995 (1995-05-09) Abbildung 1 -----	1,11
A	US 4 428 647 A (SPRAGUE ROBERT A. ET AL) 31. Januar 1984 (1984-01-31) Abbildungen 1,2 -----	2,14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PC1/EP 99/02944

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0694408 A	31-01-1996	US 5619245 A DE 69504782 D DE 69504782 T JP 8062531 A	08-04-1997 22-10-1998 15-04-1999 08-03-1996
JP 09096760 A	08-04-1997	KEINE	
JP 59201016 A	14-11-1984	KEINE	
EP 0663606 A	19-07-1995	JP 8076152 A US 5600666 A	22-03-1996 04-02-1997
US 5414559 A	09-05-1995	DE 4220705 A	05-01-1994
US 4428647 A	31-01-1984	JP 1872467 C JP 5081884 B JP 59097117 A	26-09-1994 16-11-1993 04-06-1984